

1/1 PLUSPAT · (C) QUESTEL-ORBIT· image

PN · JP6130236 A 19940513 [JP06130236]

TI · (A) CROSS TYPE OPTICAL SWITCH

PA · (A) OKI ELECTRIC IND CO LTD

PA0 · (A) OKI ELECTRIC IND CO LTD

IN · (A) USHIKUBO TAKASHI; ISHIDA TOSHIMASA

AP · JP3967391 19910306 [\*\*\*1991JP-0039673\*\*\*]

PR · JP3967391 19910306 [1991JP-0039673]

STG · (A) Doc. Laid open to publ. Inspec.

AB · PURPOSE: To decrease the propagation loss of light in a cross type optical switch.

- CONSTITUTION: A non-dope InGaAsP guide layer 38 and semi-insulating InP clad layer 40 are provided on a semi-insulating InP substrate 36.

The projecting parts 40a of the clad layer 40 are formed at parts corresponding to waveguides 42, 44. An area 46 is extended to the guide layer 38, and one terminal part of the area 46 in an extending direction P is connected to a first current path 50 in the guide layer 38 outside the waveguide, and the other terminal part of the area 46 to a second current path 52 in the optical guide layer 38 outside the waveguide. In order to decrease current consumption required for the setting of the injection carrier density of the area 46 at desired density, the current path 50, the area 46, and the current path 52 are made layers of (p), n<sup>+</sup>, and (n) respectively. The purpose of this invention can be attained since the current path 50 is not brought into contact with the waveguide though it is the (p) layer with high light absorption.

- COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 2 B 6/12

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

D 9018-2K

A 9018-2K

審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平3-39673

(22)出願日 平成3年(1991)3月6日

(71)出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72)発明者 牛窪 孝

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

(72)発明者 石田 俊正

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気  
工業株式会社内

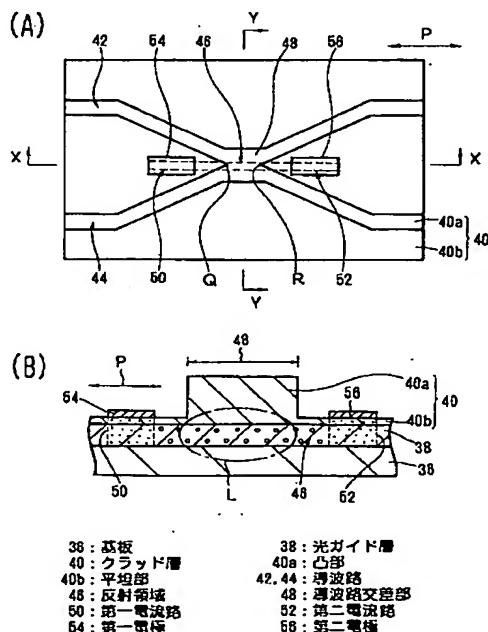
(74)代理人 弁理士 大垣 孝

(54)【発明の名称】 交差型光スイッチ

(57)【要約】

〔目的〕交差型光スイッチにおける光の伝搬損失を低減する。

〔構成〕半絶縁性InP基板36上にノンドープInGaAsPガイド層38及び半絶縁性InPクラッド層40を設ける。導波路42、44に対応する部分にクラッド層40の凸部40aを形成する。領域46をガイド層38中に延在させこの延在方向Pにおける領域46の一方の端部を導波路外部のガイド層38中で第一電流路50と接続しかつ領域46の他方の端部を導波路外部の光ガイド層38中で第二電流路42と接続する。領域46の注入キャリア濃度を所望の濃度とするのに必要な電流消費量を低減するため電流路50、領域46及び電流路52をp、n及びn層とする。電流路50は光吸収の大きいp層であるが導波路と接していないので目的を達成できる。



第一実施例の構成を示す図

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第一クラッド層及び第二クラッド層に挟まれた光ガイド層と、該光ガイド層に形成した相交差する 2 本の導波路と、導波路交差部の光ガイド層を含む反射領域と、該反射領域を挟む位置に配置され該反射領域と接続する第一電流路及び第二電流路とを備えて成り、一方の導波路から入力された光を他方の導波路の出力へ反射する反射面を前記導波路交差部に形成するため、前記第一及び第二電流路を介して前記反射領域の電流注入を制御し該反射領域の屈折率を可変制御する交差型光スイッチにおいて、

前記反射領域を光ガイド層中に延在させ、

前記反射領域の一方の端部を導波路外部で前記第一電流路と接続し、

前記反射領域の他方の端部を導波路外部で前記第二電流路と接続して成ることを特徴とする交差型光スイッチ。

【請求項 2】 前記第一電流路、反射領域及び第二電流路をそれぞれ p 層、n 層及び n 層としたことを特徴とする請求項 1 に記載の交差型光スイッチ。

【請求項 3】 前記第一クラッド層、光ガイド層及び第二クラッド層はそれぞれ i 層であって、該 i 層は n 層、p 層又はノンドープ層であることを特徴とする請求項 1 に記載の交差型光スイッチ。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は化合物半導体から成る交差型光スイッチに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、化合物半導体から成る交差型光スイッチとして、例えば文献 1: Applied Physics Letters (アプライド フィジクスレターズ) 50 (3) 1987 年 1 月 19 日、p 141 に提案されているように、相交差する 2 本の導波路の交差部に電流注入により反射面を形成するようにしたものがある。以下、図面を参照して文献 1 の従来の光スイッチにつき説明する。図 7 は従来の交差型光スイッチの構造を概略的に示す平面図、及び図 8 は図 7 の A-A 線に沿って取った断面を拡大して示す図である。

【0003】図 7 にも示すように従来の交差型光スイッチは、 $n^+$ -InP 基板 10 に相交差させて 2 本の導波路 12、14 を設け、これら導波路 12、14 の交差部 16 に反射領域 18 を設けて成る。

【0004】この従来スイッチでは図 8 にも示すように、一方の基板面 10a 上に i-InGaAsP 光ガイド層 20、 $n^-$ -InP クラッド層 22、 $p^+$ -InGaAsP キャップ層 24 及び  $\text{SiO}_2$  膜 26 を順次に設け、さらに基板面 10a の導波路 12、14 に対応する領域に光ガイド溝 28 を設ける。

【0005】光ガイド層 20 の膜厚は光ガイド溝 28 に対応する部分で厚くそれ以外の部分では薄くなり光ガイ

ド層 20 の膜厚が厚くなる部分での屈折率が相対的に高くなる。導波路 12、14 は主としてこの屈折率が高くなる部分から成り、これら導波路 12、14 の交差部 16 内の光ガイド層 20 にストライプ状の反射領域 18 を設ける。

【0006】また  $\text{SiO}_2$  膜 26 は反射領域 18 に対応する位置にキャップ層 24 を露出するストライプ状の窓 26a を備える。p 側電極 30 を  $\text{SiO}_2$  膜 26 上に設け窓 26a を介してキャップ層 24 と接続し、n 側電極 31 を他方の基板面 10b 上に設ける。

【0007】そしてキャップ層 24 及びクラッド層 22 の反射領域 18 に対応する部分に p 型不純物 Zn を添加する。この不純物添加領域は、p 側電極 30 から反射領域 18 の光ガイド層 20 に至る第一電流路 32 を形成する。

【0008】さらに基板 10 の基板面 10a 側に p 型不純物 Zn を添加して電流ブロック領域 34 を形成する。反射領域 18 に対応する基板部分には電流ブロック領域 34 を形成しない。従って反射領域 18 に対応する基板部分に、n 側電極 31 から反射領域 18 の光ガイド層 20 に至る第二電流路 33 が形成されると共に、反射領域 18 の側部に対応する領域のクラッド層 22 及び電流ブロック領域 34 の間に pn 接合が形成される。

【0009】p 側電極 30 から n 側電極 31 へ電流を流すと、電流ブロック領域 34 及びクラッド層 22 との間の pn 接合が逆バイアス状態となるために反射領域 18 へ電流が集散的に流れ込み、そして反射領域 18 のキャリアが増加する。キャリアが増加するとプラズマ効果により、反射領域 18 の屈折率が低くなるので、導波路交差部 16 に反射面を形成することができる。導波路 12 及び 14 の一方の導波路から入力された光をこの反射面により他方の導波路の出力へと反射する。キャリア注入量に応じて、反射面の反射率を変化させることができ従って一方の導波路からの出力光及び他方の導波路からの出力光の光パワー比を可変調整することができる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上述した従来の光スイッチでは、光ガイド溝 28 上の光ガイド層部分に接して第一電流路 32 及び電流ブロック領域 34 を設けている。これら電流路 32 及びブロック領域 34 の導電型はいずれも p 型なのでこれら領域の光吸収は大きい。光ガイド溝 28 上の光ガイド層部分は導波路を形成し、従ってこの部分を導波する光がこれら領域 32 及び 34 に吸収されて光の伝搬損失が大きくなるという問題点があった。尚、p 型領域による光の伝搬損失に関しては、文献 2: 1989 年 電子情報通信学会秋季全国大会 C-26 を参照されたい。

【0011】この発明の目的は、上述した従来の問題点を解決するため、光が p 型領域へ吸収されるのを防止するようにした交差型光スイッチを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】この目的の達成を図るため、この発明の交差型光スイッチは、第一クラッド層及び第二クラッド層に挟まれた光ガイド層と、光ガイド層に形成した相交差する2本の導波路と、導波路交差部の光ガイド層を含む反射領域と、反射領域を挟む位置に配置され反射領域と接続する第一電流路及び第二電流路とを備えて成り、一方の導波路から入力された光を他方の導波路の出力へ反射する反射面を導波路交差部に形成するため、第一及び第二電流路を介して反射領域の電流注入を制御し反射領域の屈折率を可変制御する交差型光スイッチにおいて、反射領域を光ガイド層中に延在させ、反射領域の一方の端部を導波路外部で第一電流路と接続し、反射領域の他方の端部を導波路外部で第二電流路と接続して成ることを特徴とする。

【0013】

【作用】上述の構成によれば、反射領域を光ガイド層中に延在させ、反射領域の一方の端部を導波路外部で第一電流路と接続し、反射領域の他方の端部を導波路外部で第二電流路と接続する。

【0014】このように第一及び第二電流路は導波路外部で反射領域と接続するので、第一及び第二電流路は導波路を構成する光ガイド層部分と直接に接しない。従って、第一又は第二電流路がp型不純物を含んでいたとしても、導波路を構成する光ガイド層部分を導波する光が、第一又は第二電流路へ吸収されるのを無くせる或いはその吸収量を極めて少なくすることができる。

【0015】

【実施例】以下、図面を参照し、この発明の実施例につき説明する。尚、図面はこの発明が理解できる程度に概略的に示してあるにすぎず、従ってこの発明を図示例に限定するものではない。

【0016】図1は第一実施例の構成を概略的に示す図である。図1(A)は第一実施例の平面図及び図1

(B)は図1(A)のX-X線に沿って取った導波路交差部の断面であって反射領域の延在方向に沿って取った断面を拡大して示す。また図2は図1のY-Y線に沿って取った導波路交差部の断面であって反射領域の延在方向と直交する方向の断面を拡大して示す。

【0017】この実施例では、図1(B)及び図2にも示すように、半絶縁性InP基板36を第一クラッド層とし、この基板36上にノンドープInGaAsP光ガイド層38及び半絶縁性InP第二クラッド層40を順次に設ける。クラッド層40は層厚の厚い凸部40a及び層厚の薄い平坦部40bから成る。光ガイド層38を挟む基板36及びクラッド層40のバンドギャップは光ガイド層38のバンドギャップよりも大きい。尚、この実施例では第一クラッド層を基板36のみから成る1層構造としたが、基板36と基板36上に積層したInP層とから成る2層構造或いは2層以上の多層構造とする

ようにしてもよい。

【0018】凸部40aは、図1(A)にも示すように、平面的に見て相交差する2本のストライプ状のパターンを形成する。導波路は主として光ガイド層38の凸部40aに対応する部分に形成され、従って光ガイド層38に相交差する2本の導波路42、44が形成される。導波路42、44の光導波領域Lの一例を図1(B)及び図2において一点鎖線で囲んで概略的に示す。尚、平坦部40bを設けなくともよい。

【0019】反射領域46は導波路交差部48に対応する光ガイド層部分を含む領域であり、この反射領域46を挟む位置に第一電流路50及び第二電流路52を配置する。図中、反射領域46を白丸を付して示すと共に第一電流路50及び第二電流路52を点で付して示した。

【0020】そして図1(B)にも示すように、反射領域46を光ガイド層38中に延在させる。この延在方向Pを図中矢印で示すように、導波路42、44の入力側(或いは出力側)から出力側(或いは入力側)へ向う方向とし(図1(A)及び(B)参照)、反射領域46が導波路42及び44の交点Q、Rを通るように反射領域46をストライプ状に延在させる。

【0021】そして延在方向Pにおける反射領域46の一方の端部を導波路外部の光ガイド層38中で第一電流路50と接続し、及び反射領域36の他方の端部を導波路外部の光ガイド層38中で第二電流路42と接続する。

【0022】また第一電流路50、反射領域46及び第二電流路52をそれぞれp層、n層及びn層とする。例えば、平坦部40b及び光ガイド層38にp型不純物を添加して第一電流路50を形成し、光ガイド層38にn型不純物を添加して反射領域を形成し、また平坦部40b及び光ガイド層38にn型不純物を添加して第二電流路52を形成する。尚、反射領域46をノンドープ層としてもよい。

【0023】そして第一電流路50とオーミック接続する第一電極54と、第二電流路52とオーミック接続する第二電極56とを、電極平坦部40b上に設ける。

【0024】次に図3(A)～(C)及び図4(A)～(C)を参照し、この実施例の製造工程につき一例を挙げて説明する。これら図3及び図4は図1(B)に対応する断面を示す。

【0025】まず図3(A)にも示すように、半絶縁性(Semi-insulating)InP基板36上に有機金属CVD法等の方法によりノンドープInGaAsP光ガイド層38を成長させる。

【0026】次に光ガイド層38の反射領域46に対応する領域を露出し残りの部分を覆う第一のマスクを用い、図3(B)にも示すように、イオン注入法により光ガイド層38の露出部分にn型不純物を添加してn層を形成する。このn層を反射領域46とする。

【0027】次に第一のマスクを除去し、然る後、図3 (C) にも示すように、有機金属CVD法により半絶縁性 (Semi-insulating) 又はノンドープ InP クラッド層40を光ガイド層38上に成長させる。

【0028】次にクラッド層40の、導波路42、44に対応する領域を覆い残りの部分を露出する第二のマスクを用い、図4 (A) にも示すように、ドライエッチング法によりクラッド層40の露出部分をエッチングし、クラッド層40に凸部40a及び平坦部40bを形成する。

【0029】次に第二のマスクを除去し、然る後、クラッド層40の第一電流路50に対応する部分を露出し残りの部分を覆う第三のマスクを用い、図4 (B) にも示すように、イオン注入法により平坦部40b及び光ガイド層38の、第一電流路50に対応する部分にp型不純物を添加してp層を形成する。このp層を第一電流路50とする。

【0030】次に第三のマスクを除去し、然る後、クラッド層40の第二電流路52に対応する部分を露出し残りの部分を覆う第四のマスクを用い、図4 (C) にも示すように、イオン注入法により平坦部40b及び光ガイド層38の、第二電流路52に対応する部分にn型不純物を添加してn層を形成する。このn層を第二電流路52とする。

【0031】次に第四マスクを除去し、然る後、図1 (B) にも示すように、第一電流路50にオーミック接続する第一電極54と、第二電流路52にオーミック接続する第二電極56とを平坦部40b上に形成し、この実施例の交差型光スイッチを完成する。

【0032】次にこの実施例の光スイッチの動作につき簡単に説明する。第一電極54に正の電圧及び第二電極56に負の電圧を印加すると、第一電流路50及び第二電流路52の間の反射領域46に電流が流れる。反射領域46に電流を流しキャリアを注入すると、プラズマ効果により反射領域46の屈折率が低下し反射領域46に反射面が形成される。この反射面は導波路42及び44の一方の導波路から入力した光を導波路42及び44の他方の導波路へと反射する。

【0033】反射領域46に注入されたキャリアを、第一電流路50及び第二電流路52の間に形成されるpn接合により反射領域46に蓄積させることができるので、所望のキャリア濃度を得るのに要する消費電流量を低減することができる。

【0034】この実施例の交差型光スイッチによれば、p型の第一電流路50を凸部40aに対応する光ガイド層部分から離間させているので、導波路42、44を導波する光がこのp型の電流路50に吸収されるのを無くせる或いはほとんど無くせる。p型の電流路50による光吸収を無くすためには、第一電流路50を光の導波領

域と接触させないように離間させるのが最も好ましい。

【0035】尚、上述した第一実施例において第一及び第二電流路50及び52を光ガイド層38内に形成せず平坦部40bのみに形成するようにしてもよい。

【0036】図5 (A) 及び (B) は第二実施例の構成を概略的に示す断面図である。図5 (A) は反射領域の延在方向に沿って取った断面図であって図1 (B) に対応する図、また図5 (B) は反射領域の延在方向と直交する方向に取った断面図であって図2に対応する図である。以下、第一実施例と相違する点につき説明し、第一実施例と同様の点についてはその詳細な説明を省略する。

【0037】第一実施例では導波路構造をストリップ装荷型としたが、第二実施例では導波路構造を埋め込み型とする。そこで第二実施例では、導波路に対応する基板部分に光ガイド溝58を設け、この基板36上に光ガイド層38及びクラッド層40を順次に設ける。クラッド層40は平板状の層である。主として光ガイド溝58に対応する光ガイド層部分が導波路となる。

【0038】そしてこの実施例では、クラッド層40上に半絶縁性 InGaAsP キャップ層60を設け、第一電流路50及び第二電流路52をそれぞれキャップ層60から光ガイド層38まで設ける。そして第一電流路50とオーミック接続する第一電極54及び第二電流路52とオーミック接続する第二電極56をキャップ層60上に設ける。

【0039】図6 (A) 及び (B) は第三実施例の構成を概略的に示す断面図である。図6 (A) は反射領域の延在方向に沿って取った断面図であって図1 (B) に対応する図、また図6 (B) は反射領域の延在方向と直交する方向に取った断面図であって図2に対応する図である。以下、第一実施例と相違する点につき説明し、第一実施例と同様の点についてはその詳細な説明を省略する。

【0040】第三実施例では導波路構造をリッチ型とする。そこで第三実施例では、第二クラッド層を第三実施例の交差型光スイッチの使用雰囲気例えば空気とシクラッド層40を用いない。この第二クラッド層としての空気と第一クラッド層としての基板36とで光ガイド層38を挟む。そして光ガイド層38を凸部 (リッチ部) 38a及び平坦部38bから構成する。凸部38aを導波路に対応する光ガイド層部分に設ける。主として凸部38aの光ガイド層部分が導波路を構成する。

【0041】そして第一電流路50とオーミック接続する第一電極54及び第二電流路52とオーミック接続する第二電極56を平坦部38b上に設ける。

【0042】この発明は上述した実施例にのみ限定されるものではなく、従って各構成成分の構造、形成材料、配設位置、寸法、形状及びそのほかの条件を任意好適に

変更することができる。

【0043】例えば下側クラッド層、光ガイド層及び上側クラッド層をそれぞれ i 層とすることができる。ここで i 層は n 層、p 層又はノンドープ層である。

【0044】また導波路構造を任意好適な所望の構造に変更することができる。

【0045】また第一電流路及び第二電流路の間に p n 接合を形成しなくともよく、第一電流路を n 層としてもよい。

【0046】また形成材料を  $\text{InP}/\text{InGaAsP}$  系化合物半導体以外の任意好適な材料とすることができ、例えば上述した第一実施例において、基板を  $\text{GaAs}$  基板としこの基板上に  $\text{AlGaAs}$  クラッド層、 $\text{GaAs}$  光ガイド層及び  $\text{AlGaAs}$  クラッド層を順次に設けるようにしてもよい。

【0047】

【発明の効果】上述した説明からも明らかなように、この発明の交差型光スイッチによれば、反射領域を光ガイド層中に延在させ、反射領域の一方の端部を導波路外部で第一電流路と接続し反射領域の他方の端部を導波路外部で第二電流路と接続する。

【0048】このように第一及び第二電流路は導波路外部で反射領域と接続するので、第一及び第二電流路は導波路を構成する光ガイド層部分と直接に接しない。従って第一又は第二電流路が p 型不純物を含んでいたとしても、導波路を構成する光ガイド層部分を導波する光が、第一又は第二電流路へ吸収されるのを無くせるので、光

スイッチの光損失を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A) 及び (B) は第一実施例の構成を概略的に示す平面図及び断面図である。

05 【図2】第一実施例の構成を概略的に示す断面図である。

【図3】(A) ~ (C) は第一実施例の製造工程を概略的に示す図である。

10 【図4】(A) ~ (C) は第一実施例の製造工程を概略的に示す図である。

【図5】(A) 及び (B) は第二実施例の構成を概略的に示す断面図である。

【図6】(A) 及び (B) は第三実施例の構成を概略的に示す断面図である。

15 【図7】従来の光スイッチの構成を概略的に示す平面図である。

【図8】従来の光スイッチの構成を概略的に示す断面図である。

【符号の説明】

20 36 : 第一クラッド層としての基板

38 : 光ガイド層

40 : 第二クラッド層としてのクラッド層

42、44 : 導波路

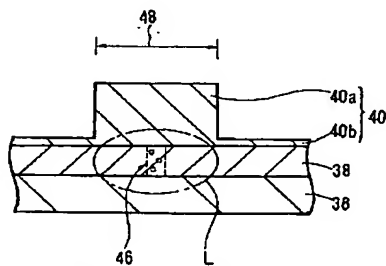
46 : 反射領域

25 48 : 導波路交差部

50 : 第一電流路

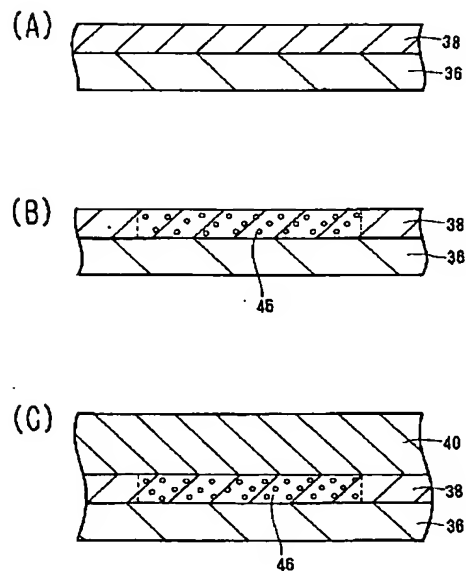
52 : 第二電流路

【図2】



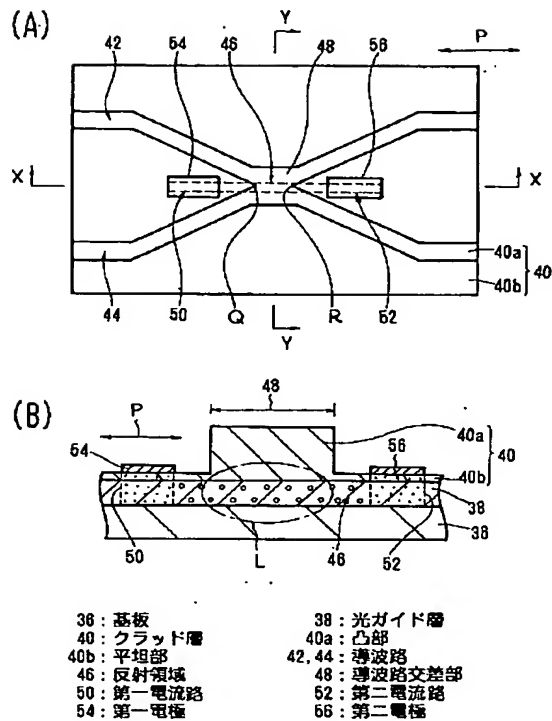
第一実施例の断面図

【図3】



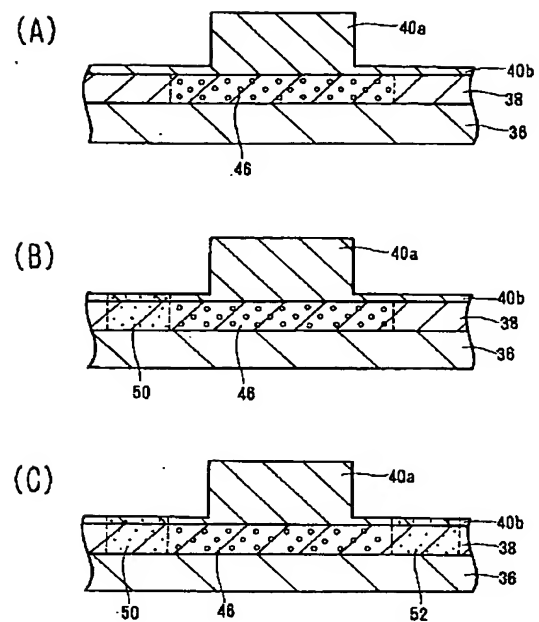
第一実施例の製造工程

【図 1】



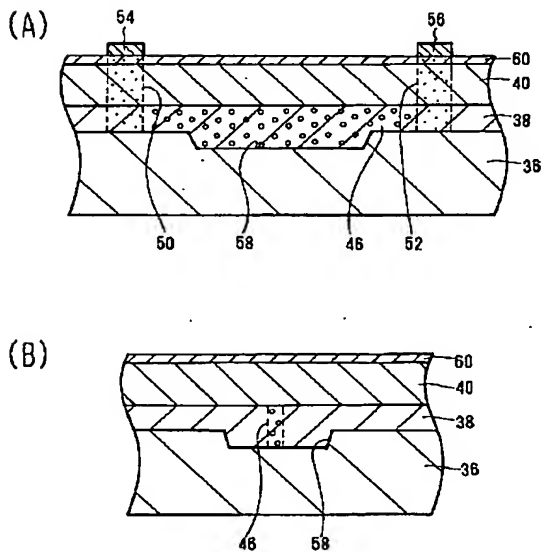
第一実施例の構成を示す図

【図 4】



第一実施例の製造工程

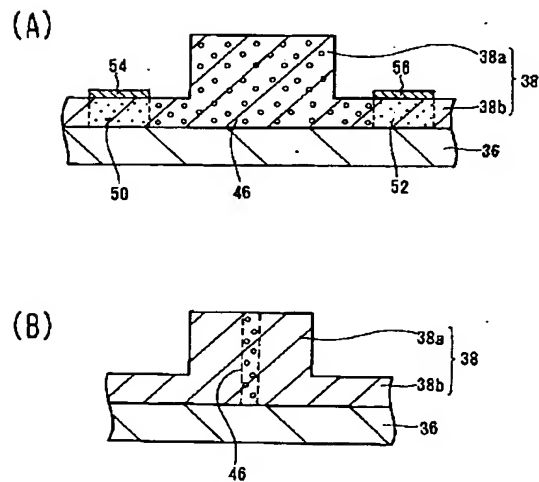
【図 5】



58: 光ガイド溝  
60: キャップ層

第二実施例の構成を示す図

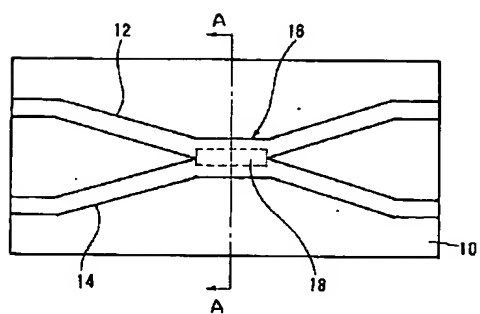
【図 6】



38a: 凸部  
38b: 平坦部

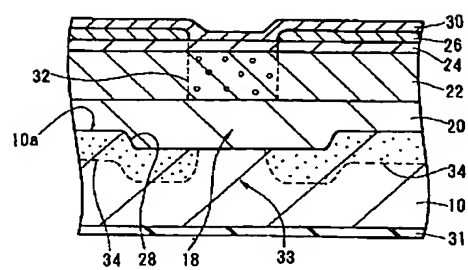
第三実施例の構成を示す図

【図 7】



従来スイッチの断面図

【図 8】



従来スイッチの平面図